

**STUDI OPTIMASI RASIO KECEPATAN LINIER PISAU
ROTARI DAN KECEPATAN MAJU TRAKTOR PADA
PELUMPURAN TANAH PADI SAWAH**

***Study of Optimization of Linear Velocity of Rotary Blade and Tractor
Forward Speed Ratio on Soil Puddling of Wet Field Rice***

Gatot Pramuhadi¹, Frans Jusuf Daywin¹, Tineke Mandang¹, dan Oteng
Haridjaja²

ABSTRACT

The study on optimization of linear velocity of rotary blade and tractor forward speed ratio on soil puddling of wet field rice was carried out in order to find the relationship between linear velocity of rotary blade and tractor forward speed ratio (u_v ratio) and the number of tractor's pass versus soil puddling index and tractor wheel slip during the soil puddling, and to determine the optimum u_v ratio for rice wet field preparation with certain soil classification and condition and also with certain two wheel tractor and rotary tiller.

The result, using two types of two wheel tractors and rotary tillers, showed that soil puddling was extremely affected by puddling pass frequency. The puddling index increased with the increasing of puddling pass frequency until the soil became puddled soil, were 0.18 up to 0.64 for field test I and 0.17 up to 0.67 for field test II in average.

The variation of u_v ratio treatments did not influence the puddling index, but influenced the tractor wheel slip. The increasing of u_v ratio tends to increase the tractor wheel slip, especially for the u_v ratio more than five, which were 12.05 up to 14.10 % and 4.88 up to 9.13 % for the field test I and II in average respectively.

The optimum u_v ratio was determined by the reaching of softness of puddled soil for wet field rice and the optimum tractor wheel slip. The optimum u_v ratio for the tractor and rotary type I was 5.56, and 5.10 for the tractor and rotary type II. The two optimum u_v ratios were different because the two wheel tractors and rotary tillers had different transmission system and design.

Kata kunci : rasio u_v , indeks pelumpuran, indeks kelunakan tanah, dan slip roda traktor

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

² Staf Pengajar Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

PENDAHULUAN

Usaha-usaha yang mengarah ke peningkatan produksi beras nasional harus terus digalakkan, yaitu dengan cara meningkatkan produksi beras nasional di lahan sawah dengan cara melakukan kegiatan budidaya tanaman padi sawah seefektif dan seefisien mungkin. Salah satu kegiatan tersebut adalah penyiapan lahan sawah (pelumpuran tanah) dengan menggunakan traktor roda dua dan bajak rotari.

Berbagai upaya ditempuh guna memperoleh hasil olahan tanah yang terbaik dengan menggunakan alat dan mesin tersebut, salah satu diantaranya adalah dengan cara mengubah-ubah rasio kecepatan linier pisau rotari dan kecepatan maju traktornya (rasio u_v). Hasil perlakuan perubahan rasio-rasio tersebut dengan frekuensi lintasan pelumpuran dari lintasan kesatu hingga kelima, yang berupa indeks pelumpuran, indeks kelunakan tanah, dan slip roda traktor, digunakan untuk menentukan rasio u_v optimum.

Tujuan penelitian ini adalah : (1) mempelajari hubungan antara rasio u_v dan frekuensi lintasan traktor dengan indeks pelumpuran, indeks kelunakan tanah, dan slip roda traktor pada saat dilakukan pelumpuran tanah, (2) menentukan rasio u_v optimum untuk penyiapan lahan padi sawah dengan jenis dan kondisi tanah tertentu dengan menggunakan traktor roda dua dan bajak rotari yang tertentu pula, dan (3) mempelajari hubungan keterkaitan antara desain traktor roda dua dan bajak rotari dengan pelumpuran tanah dan slip roda traktor.

METODA PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober 1997 hingga bulan Januari 1998 di Laboratorium Alat dan Mesin Budidaya Pertanian Fateta IPB, di Laboratorium Mekanika Tanah Fateta IPB, dan di areal lahan Sawah Percobaan IPB Babakan, Darmaga, Bogor.

B. Alat, Mesin, dan Bahan Penelitian

Alat dan mesin yang digunakan untuk pengamatan, percobaan, dan pengukuran di lapangan, yaitu :

1. dua unit traktor roda dua beserta bajak rotarinya merek Gunung Biru (tipe I) dan Iseki (tipe II)
2. ring-ring sampel tanah
3. penetrometer TS-138
4. pita ukur dan mistar ukur
5. sekop dan pisau
6. pathok-pathok bambu
7. pencatat waktu (*stopwatch*)
8. *tachometer*
9. bola golf merek Dunlop
10. tabung-tabung plastik
11. cangkul
12. peralatan bengkel sederhana.

Alat dan bahan yang digunakan untuk pengukuran dan pengamatan di laboratorium, yaitu :

1. peralatan bengkel sederhana
2. oven dan desikator
3. timbangan analitis
4. contoh tanah hasil pengambilan ring-ring sampel tanah.

C. Parameter yang Diamati

Parameter-parameter yang diamati dalam penelitian ini, yaitu :

1. rasio u_v

2. bobot isi tanah (*bulk density*) dan kadar air tanah
3. indeks kerucut tanah (*cone index*)
4. indeks pelumpuran (*puddling index*)
5. indeks kelunakan tanah (*softness of puddled soil index*)
6. slip roda traktor.

D. Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan pada suatu areal lahan sawah yang dibagi menjadi dua petak dengan ukuran masing-masing $10 \times 50 \text{ m}^2$ dengan jenis tanah Latosol dan kondisi tanah datar berumput. Satu petak digunakan untuk percobaan lapang I dengan menggunakan traktor dan rotari tipe I, sedang petak satunya lagi untuk percobaan lapang II dengan menggunakan traktor dan rotari tipe II. Kondisi tanah di lahan penelitian sedapat mungkin memenuhi kriteria keseragaman (homogen) untuk memperkecil pengaruh faktor-faktor luar yang tidak diinginkan. Disamping itu, sedapat mungkin lahan percobaan sudah bersih dari benda keras seperti batu, kayu, tunggul dan akar besar, serta rumput tebal dan alang-alang. Adapun homogenitas lahan yang dipenuhi yaitu keseragaman bobot isi tanah, indeks kerucut tanah, dan kadar air tanah pada setiap kedalaman tanah. Uji homogenitas lahan ini dilakukan setelah penggenangan air selama lebih dari tujuh hari pada saat sebelum percobaan lapang dilakukan.

Perlakuan pengolahan tanah dengan menggunakan bajak rotari yang dilakukan pada areal lahan penelitian, yaitu pada setiap pengaturan rasio u_v dilakukan pengolahan tanah dengan kedalaman olah $\pm 10 \text{ cm}$

dan kecepatan maju yang disesuaikan dengan kecepatan jalan operator yang terjaga konstan sebesar 0.60 m/detik dengan frekuensi lintasan pelumpuran berulang-ulang pada tempat yang sama hingga terbentuk lumpur. Penggunaan rasio u_v untuk perlakuan bernilai lebih besar dari satu agar tidak terjadi gaya penarikan (*draft*) positif dan untuk mengurangi kerusakan pada pisau-pisau rotari karena terseret oleh traktor.

Pada setiap kali dilakukan perlakuan pengaturan rasio u_v dilakukan pengukuran indeks pelumpuran, indeks kelunakan tanah, dan slip roda traktor. Pengukuran ketiga parameter tersebut dilakukan kembali pada lintasan pelumpuran berikutnya; begitu seterusnya hingga terbentuk lumpur. Dengan metode penelitian di atas akan diperoleh variasi hasil pengukuran ketiga parameter tersebut pada berbagai pengaturan rasio u_v dan frekuensi lintasan pelumpuran. Pengukuran ketiga parameter tersebut terus dilakukan hingga tanah hasil pelumpuran mencapai kelunakan tanah hasil pelumpuran yang optimum untuk tanaman padi sawah, yaitu apabila posisi permukaan atas bola golf berada antara -1 cm hingga $+1 \text{ cm}$ dari permukaan lumpur, sebagaimana yang telah dikemukakan oleh Sawamura *et al* (1986), atau apabila nilai indeks kelunakan tanah hasil pelumpurannya mencapai 0,9 hingga 1.

Di areal lahan percobaan yang hendak diolah terlebih dahulu dibagi dalam 3 petak uji (blok) untuk setiap petak areal lahan percobaan. Pembagian blok-blok ini dimaksudkan untuk mengatasi variasi yang disebabkan oleh ketidakhomogenan

tempat percobaan dan waktu percobaan. Selanjutnya, blok-blok tersebut diasumsikan merupakan unit-unit percobaan yang homogen sehingga memenuhi prinsip dasar dari rancangan percobaan.

Perlakuan percobaan yang diterapkan yaitu pada berbagai pengaturan rasio u_v dilakukan pengolahan tanah dengan bajak rotari yang dilakukan dalam 3 kali ulangan untuk setiap frekuensi pelumpuran yang dibagi ke dalam blok masing-masing ; atau dalam tiap-tiap blok akan diperoleh 1 kali ulangan. Jadi, pembagian blok-blok di atas sekaligus untuk ulangan percobaan. Untuk kondisi lahan penelitian yang homogen maka pada tiap blok, yaitu : blok I, blok II, dan blok III, dapat dilakukan di sembarang tempat. Selanjutnya, blok-blok tersebut diasumsikan sebagai ulangan-ulangan percobaan sehingga memenuhi dalam rancangan acak lengkap (*complete random design*). Pada Gambar 1 dapat dilihat tata letak untuk 4 perlakuan rasio u_v pada setiap petak lahan percobaan.

R(4)	R(3)	R(2)
R(3)	R(4)	R(1)
R(2)	R(1)	R(4)
R(1)	R(2)	R(3)

Ulangan - Ulangan - Ulangan -
1 2 3

Gambar 1. Tata letak 4 perlakuan rasio u_v pada setiap petak lahan percobaan dalam rancangan acak lengkap

E. Traktor dan Rotari

Traktor dan rotari yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua tipe dengan spesifikasi teknisnya seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pada Gambar Lampiran 1- 6 dapat dilihat traktor dan rotari berikut susunan gigi transmisinya, serta bentuk dan ukuran pisau rotarinya.

Tabel 1. Traktor Roda Dua Tipe I dan II

Keterangan	Traktor Tipe I	Traktor Tipe II
Σ gigi transmisi	13 gigi	27 gigi
Jumlah <i>versnelling</i>	3 maju, 1 mundur	3 maju, 1 mundur
Daya maksimum	5.88 hp/ 2600 rpm	8.5 hp / 2200 rpm
Jenis roda	Roda sangkar	Roda besi sawah
Diameter roda	0.475 m	0.730 m
Jumlah tapak roda	9 buah	8 buah
Lebar tapak roda	0.40 m	0.185 m
Luas tiap tapak roda	0.0340 m ²	0.0324 m ²
Bobot traktor	160 kg	245 kg

F. Rasio u_v

Besarnya rasio u_v dipengaruhi oleh besarnya diameter putaran pisau rotari (D_r), banyak putaran pisau rotari (N_r), diameter roda traktor (D_w), dan banyak putaran roda traktor (N_w), sebagaimana ditulis dalam persamaan (1) berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Rasio } u_v &= \frac{\pi D_r N_r}{(\pi D_w N_w)} \\ &= \frac{(D_r N_r)}{(D_w N_w)} \quad (1) \end{aligned}$$

Tabel 2. Bajak Rotari Tipe I dan II

Keterangan	Rotari Tipe I	Rotari Tipe II
Σ gigi transmisi	8 gigi	4 gigi
Kecepatan putar	2 (rendah / tinggi)	2 (rendah / tinggi)
Mekanisme transmisi	Penggerak samping	Penggerak tengah
Σ pisau rotari	8 buah	16 buah
Sudut putar pisau	45 derajat	22.5 derajat
Jarak antar pisau	6 cm	4 cm
Jarak ujung-pangkal	42 cm	60 cm
Ø putaran pisau	0.400 m	0.460 m
Bobot bajak rotari	75 kg	48 kg

Banyak putaran pisau rotari (Nr) dan banyak putaran roda penggerak traktor (Nw) ditentukan dengan cara membongkar sistem transmisi traktor roda dua dan bajak rotari. Rasio u_v diperoleh dari hasil pengubahan tingkat kecepatan maju traktor dan tingkat kecepatan putar pisau rotari. Kombinasi tersebut akan menghasilkan berbagai rasio u_v untuk perlakuan percobaan seperti terlihat pada Tabel 3 berikut ini, sedangkan hasil penentuan rasio u_v secara lengkap dapat dilihat pada Tabel Lampiran 1 dan 2.

Tabel 3. Rasio u_v untuk Perlakuan

Perlakuan	Traktor & Rotari I		Perlakuan	Traktor & Rotari II	
	Rasio u_v	rpm engine		Rasio u_v	rpm engine
R 1	3.71	1231	R 5	5.10	1358
R 2	5.42	1800	R 6	5.97	1358
R 3	5.56	1231	R 7	8.51	2263
R 4	8.13	1800	R 8	9.94	2263

G. Slip Roda Traktor

Besarnya slip roda traktor (S) pada saat dilakukan pengolahan tanah didasarkan atas besarnya perbedaan antara kecepatan linier teoritis roda penggerak traktor (V_t) dan kecepatan maju aktual traktor (V_a) sebagaimana ditulis dalam persamaan (2) berikut ini (Liljedahl *et al*, 1989).

$$S = (1 - V_a/V_t) \times 100\% \quad (2)$$

Pengukuran V_t pada saat pengolahan tanah berlangsung adalah sangat sulit, untuk itu dapat dicari besarnya slip roda traktor dengan cara mengukur jarak tempuh lurus roda traktor sebanyak N_w putaran, diameter roda traktor, dan banyak putaran roda traktor, sebagaimana ditulis dalam persamaan (3) yang merupakan modifikasi persamaan (2) dari Liljedahl *et al* (1989).

$$S = (1 - S_r/(\pi D_w N_w)) \times 100\% \quad (3)$$

dimana

S_r = jarak tempuh lurus roda traktor sebanyak N_w putaran, m

D_w = diameter roda traktor, m

N_w = banyak putaran roda traktor

H. Indeks Pelumpuran

Suspensi air-tanah hasil pelumpuran diambil dengan menggunakan tabung plastik, yang mempunyai ukuran volume 50 cc, pada permukaan lumpur dengan posisi tabung tercelup horisontal ke dalam lumpur. Pada kedua lubang tabung ditutup dengan rapat sehingga tidak terjadi kebocoran, kemudian dibiarkan selama 48 jam sehingga tanah di dalam tabung tersebut turun. Besarnya volume tanah yang turun dalam tabung tersebut dicatat dan

indeks pelumpuran dihitung dengan menggunakan persamaan (4) berikut ini (Sharma *et al*, 1991).

$$PI = (Vs / Vt) \times 100\% \quad (4)$$

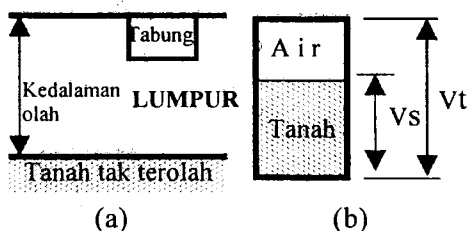
dimana

PI = indeks pelumpuran

Vs = volume tanah yang turun

Vt = volume total contoh suspensi

Saat pengambilan suspensi air-tanah tersebut adalah seaktual mungkin, yaitu segera setelah dilakukan pengolahan tanah setiap lintasan. Pada Gambar 2 dapat dilihat posisi pengambilan contoh suspensi air-tanah hasil pelumpuran dan posisi tanah dalam tabung setelah dibiarkan selama 48 jam setelah pengambilan contoh tersebut.



Gambar 2. Posisi pengambilan contoh suspensi (a) dan posisi tanah setelah dibiarkan 48 jam (b)

I. Indeks Kelunakan Tanah

Indeks kelunakan tanah hasil pelumpuran (*softness of puddled soil index*) diukur dengan cara sebagaimana yang telah diperkenalkan oleh Sawamura *et al* (1986). Bola golf merek Dunlop (berat 45.936 gram dan diameter 42.8 mm) dijatuhkan dari ketinggian 1 meter di atas permukaan lumpur. Selanjutnya diukur letak permukaan atas bola golf terhadap permukaan lumpur. Kelunakan tanah hasil pelumpuran yang cocok untuk

tanaman padi adalah kekuatan tanah dimana permukaan atas bola golf berada antara ketinggian 1 cm hingga kedalaman 1 cm dari permukaan lumpur. Atas dasar ini maka indeks kelunakan tanah hasil pelumpuran dikatakan semakin tinggi apabila ketinggian atau kedalaman permukaan atas bola golf semakin mendekati 0 cm dari permukaan lumpur. Adapun untuk menghitung indeks kelunakan tanah hasil pelumpuran digunakan persamaan (5) yang diperoleh dari hasil modifikasi keterangan Sawamura *et al* (1986).

$$IK = (1 - 0.1 / PBG / A) \times 100\% \quad (5)$$

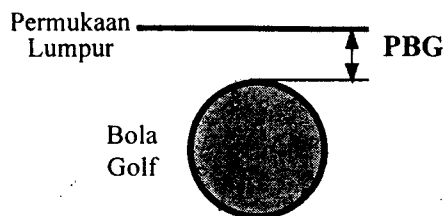
dimana

IK = indeks kelunakan tanah hasil pelumpuran

|PBG| = nilai mutlak posisi permukaan atas bola golf terhadap permukaan lumpur, cm

A = nilai penyesuaian posisi bola golf terhadap permukaan lumpur = 1 cm.

Berdasarkan persamaan (5) di atas maka besarnya nilai indeks kelunakan tanah yang cocok untuk tanaman padi sawah adalah sebesar 90 % hingga 100 % atau 0,9 hingga 1. Pada Gambar 3 dapat dilihat posisi bola golf terhadap permukaan lumpur.



Gambar 3. Posisi bola golf terhadap permukaan lumpur

J. Indeks Kerucut Tanah

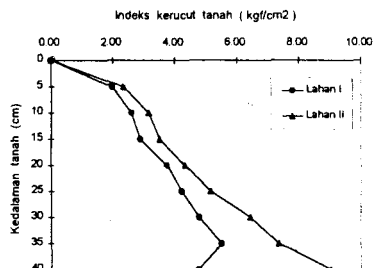
Indeks kerucut tanah (*cone index*) adalah suatu indeks untuk menyatakan kemampuan tanah melawan atau menahan gaya penetrasi dari suatu kerucut. Alat yang digunakan untuk menekan tanah tersebut disebut penetrometer. Bradford (1986) memperkenalkan teknik untuk mengukur penetrasi tanah yaitu dengan metode statik. Dengan metode ini, suatu alat penetrometer ditekan ke dalam tanah dengan laju penekanan 3 cm/detik. Besarnya gaya yang diperlukan untuk menekan kerucut penetrometer ke dalam tanah sebagai suatu indeks tahanan geser tanah dan disebut indeks kerucut tanah (*cone index*) dalam satuan kgf/cm^2 .

Pada percobaan ini, indeks kerucut tanah diukur dengan menggunakan Penetrometer TS-138 pada setiap kedalaman 5 cm hingga mencapai kedalaman 40 cm dari permukaan tanah. Dengan mengukur indeks kerucut ini dapat diketahui tingkat kekerasan tanahnya dan sekaligus dapat pula diketahui kemungkinan terdapat lapisan kedap (*plow-pan layer*) pada kedalaman tertentu.

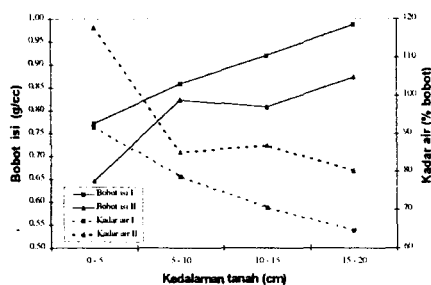
HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks kerucut (*cone index*), bobot isi (*bulk density*), dan kadar air tanah awal sebelum percobaan lapang diukur disamping untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanahnya, juga dimaksudkan untuk mengetahui homogenitas (keseragaman) lahan percobaan. Keseragaman kondisi awal lahan percobaan sangat penting

bagi tercapainya hasil yang diharapkan dalam penelitian ini.



Gambar 4. Indeks kerucut tanah awal rata-rata di lahan percobaan I dan di lahan percobaan II



Gambar 5. Bobot isi dan kadar air awal rata-rata di lahan percobaan I dan di lahan percobaan II

Berdasarkan hasil uji homogenitas Metode Bartlett menunjukkan bahwa indeks kerucut, bobot isi, dan kadar air tanah awal untuk setiap kedalaman tanah sebelum dilakukan percobaan lapang adalah homogen (seragam). Dengan keseragaman kondisi awal lahan percobaan tersebut maka dapat dikatakan bahwa kondisi lahan percobaan dapat memenuhi dalam rancangan percobaan, dimana faktor kondisi lahan percobaan diharapkan sekecil mungkin tidak memberikan efek terhadap parameter-parameter yang diukur, sehingga faktor lain

selain faktor kondisi lahan, yakni pengaturan rasio u_v dan frekuensi lintasan traktor, diharapkan dapat memberikan efek terhadap parameter-parameter yang diukur. Pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat kurva indeks kerucut, bobot isi dan kadar air di petak-petak lahan sebelum percobaan lapang dilakukan.

A. Hasil Percobaan Lapang

Percobaan lapang I dan lapang II dimaksudkan terutama untuk mengetahui besarnya indeks pelumpuran, indeks kelunakan tanah, dan slip roda traktor yang dihasilkan selama percobaan berlangsung. Kedalaman olah rata-rata menggunakan traktor dan rotari tipe I sebesar 10 hingga 14 cm, sedangkan dengan menggunakan traktor dan rotari tipe II sebesar 10 hingga 12 cm. Hasil pengukuran indeks pelumpuran, indeks kelunakan tanah, dan slip roda traktor dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5, sedangkan perilaku kurva hubungan antara indeks pelumpuran, indeks kelunakan, dan slip roda traktor pada berbagai variasi rasio u_v dan frekuensi lintasan pelumpuran dapat dilihat pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 9.

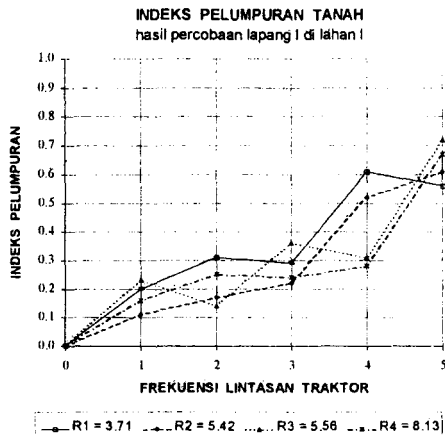
B. Indeks Pelumpuran

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 serta Gambar 6 dan Gambar 7 terlihat bahwa indeks pelumpuran meningkat dengan ditambahnya frekuensi lintasan pelumpuran dari lintasan kesatu hingga kelima. Indeks pelumpuran rata-rata meningkat dari 0.18 hingga 0.64 untuk traktor dan rotari tipe I, dan 0.17 hingga 0.67 untuk tipe II.

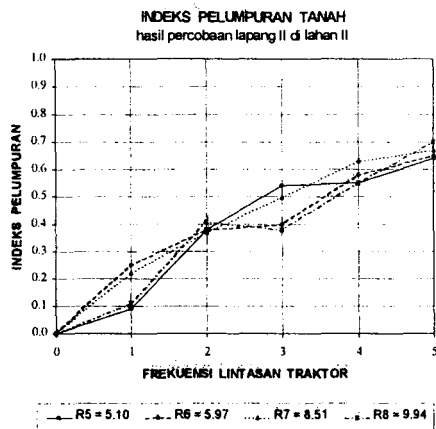
Tabel 4. Indeks Pelumpuran (PI), indeks kelunakan tanah (IK) dan slip roda traktor (S) pada berbagai rasio u_v (R) dan frekuensi lintasan traktor (L) hasil percobaan lapang I

L	Parameter	PERLAKUAN				
		R1 (3.71)	R2 (5.42)	R3 (5.56)	R4 (8.13)	Rata-rata
1	PI	0.20 a1	0.11 a1	0.23 a1	0.16 a1	0.18
	IK	0.83 x1	0.56 x1	0.53 x1	0.78 x1	0.68
	S %	11.10 e1	10.20 f1	12.66 g1	15.56 h1	
2	PI	0.31 a2	0.17 a2	0.14 a2	0.25 a2	0.22
	IK	0.87 x2	0.83 x2	0.74 x2	0.77 x2	0.80
	S %	17.57 e1	9.84 f1	14.67 g1	15.79 h1	
3	PI	0.29 a3	0.22 a3	0.36 a3	0.24 a3	0.28
	IK	0.88 x3	0.84 x3	0.83 x3	0.86 x3	0.85
	S %	17.35 e1	15.34 f1	11.99 g1	13.33 h1	
4	PI	0.61 a4	0.53 a4	0.31 a4	0.28 a4	0.43
	IK	0.83 x4	0.88 x4	0.88 x4	0.88 x4	0.87
	S %	20.25 e1.1	12.66 f1	15.56 g1	14.00 h1	
5	PI	0.56 a5	0.61 a5	0.72 a5.1	0.67 a5.1	0.64
	IK	0.84 x5	0.90 x5	0.92 x5.1	0.89 x5	0.89
	S %	17.57 e1.1	12.21 f1	13.55 g1	12.21 h1	
S rata-rata %		16.77	12.05	13.66	14.18	14.17

Angka yang diikuti dengan huruf dan angka yang sama adalah tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5 %



Gambar 6. Indeks pelumpuran pada berbagai rasio u_v dan frekuensi lintasan traktor (tipe I)



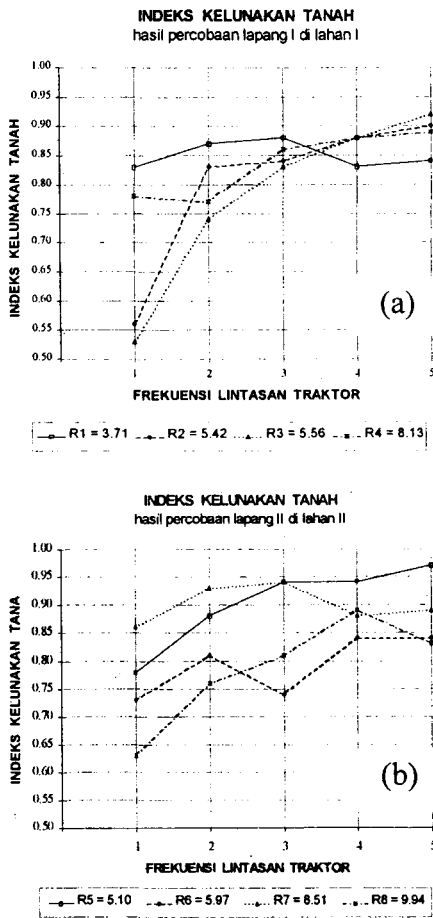
Gambar 7. Indeks pelumpuran pada berbagai rasio u_v dan frekuensi lintasan traktor (tipe II)

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa indeks pelumpuran tidak dipengaruhi oleh perubahan rasio u_v , baik untuk traktor dan rotari tipe I maupun II. Hal ini berarti bahwa dengan menggunakan rasio u_v sebesar 3.71 – 8.13 (tipe I) dan 5.10 – 9.94 (tipe II) menghasilkan indeks pelumpuran tanah rata-rata adalah sama.

Tabel 5. Indeks Pelumpuran (PI), indeks kelunakan tanah (IK) dan slip roda traktor (S) pada berbagai rasio u_v (R) dan frekuensi lintasan traktor (L) hasil percobaan lapang II

L	Parameter	PERLAKUAN				Rata-rata
		R 5 (5.10)	R 6 (5.97)	R 7 (8.51)	R 8 (9.94)	
1	PI	0.09 u1	0.25 u1	0.22 u1	0.11 u1	0.17
	IK	0.78 p1	0.73 p1	0.86 p1	0.63 p1	0.75
	S %	4.65 j	9.88 j	5.67 j	10.32 j	
2	PI	0.38 u2	0.38 u2	0.37 u2	0.41 u2	0.39
	IK	0.88 p2	0.81 p2	0.93 p2	0.76 p2	0.85
	S %	4.07 j	6.30 j	13.08 j	3.68 j	
3	PI	0.54 u3	0.40 u3	0.50 u3	0.38 u3	0.46
	IK	0.94 p3.1	0.74 p3	0.94 p3.1	0.81 p3	0.86
	S %	5.67 j	4.27 j	2.57 j	10.76 j	
4	PI	0.55 u4	0.58 u4	0.63 u4	0.55 u4	0.58
	IK	0.94 p4	0.84 p4	0.88 p4	0.89 p4	0.89
	S %	5.96 j	3.25 j	4.07 j	12.36 j	
5	PI	0.64 u5.1	0.65 u5	0.67 u5	0.70 u5	0.67
	IK	0.97 p5.1	0.84 p5	0.89 p5	0.83 p5	0.88
	S %	4.80 j	5.23 j	7.27 j	5.23 j	
S rata-rata %		4.88	5.79	6.26	9.13	6.52

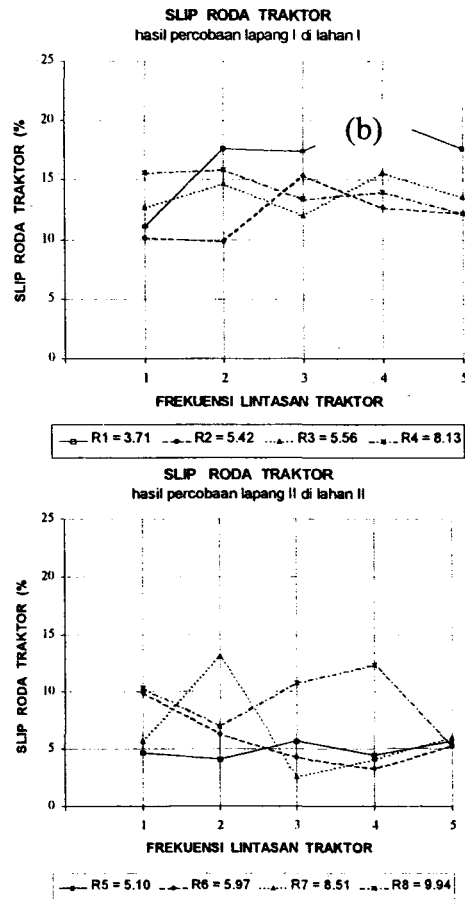
Angka yang diikuti dengan huruf dan angka yang sama adalah tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5 %



Gambar 8. Indeks kelunakan tanah pada berbagai rasio u_v dan frekuensi lintasan traktor tipe I(a) dan tipe II(b)

Perubahan rasio u_v memberikan perbedaan perbandingan putaran antara poros pemutar pisau rotari dan poros roda traktor; semakin besar rasio u_v maka putaran poros pemutar pisau rotari berputar lebih cepat. Secara teoritis, sebagaimana disebutkan oleh Buckingham (1984) dan Sakai (1997), dengan semakin besar putaran pisau rotari akan dihasilkan panjang pemotongan tanah (*bite*, atau *pitch*) yang semakin pendek sehingga akan diperoleh olahan tanah yang

semakin halus, namun untuk lahan basah (sawah) tidak demikian oleh karena proses terbentuknya lumpur dipengaruhi oleh saat bercampurnya air dengan tanah yang terpotong oleh pisau rotari, dimana tingkat percampuran tersebut akan semakin tinggi pada saat pemotongan tanah berikutnya pada lintasan pelumpuran berikutnya. Jadi, indeks pelumpuran lebih mencerminkan tingkat percampuran antara tanah dengan air; bukan besar kecilnya ukuran potongan tanah.



Gambar 9. Slip roda traktor pada berbagai rasio u_v dan frekuensi lintasan traktor tipe I(a) dan tipe II(b)

C. Indeks Kelunakan Tanah

Indeks kelunakan tanah meningkat dengan ditambahkan frekuensi lintasan pelumpuran dari lintasan kesatu hingga kelima, seperti terlihat pada Gambar 8 serta Tabel 4 dan Tabel 5. Indeks kelunakan tanah rata-rata meningkat dari 0.68 hingga 0.89 (tipe I) dan 0.75 hingga 0.88 (tipe II). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa indeks kelunakan tanah tidak dipengaruhi oleh perubahan rasio u_v (tipe I dan II). Hal ini berarti bahwa dengan berubahnya rasio u_v sebesar 3.71 – 8.13 (tipe I) dan 5.10 – 9.94 (tipe II) menghasilkan indeks kelunakan tanah rata-rata yang tidak berbeda nyata.

Tingkat kelunakan tanah hasil pelumpuran menjadi semakin tinggi apabila semakin banyak tanah yang terpotong oleh pisau rotari yang bercampur dengan air. Frekuensi lintasan pelumpuran yang semakin bertambah diikuti oleh semakin lunaknya tanah tersebut, yang ditunjukkan dengan indeks kelunakan tanah yang semakin tinggi. Dengan berubahnya rasio u_v sebesar 3.71 – 8.13 dan 5.10 – 9.94 akan dihasilkan panjang pemotongan tanah yang berbeda, namun tingkat percampuran air dengan tanah yang terpotong tersebut tidak berbeda nyata sehingga indeks pelumpuran dan indeks kelunakan tanahnya juga tidak berbeda nyata. Dengan demikian indeks kelunakan tanah hasil pelumpuran dipengaruhi oleh frekuensi lintasan pelumpuran.

D. Slip Roda Traktor

Slip roda traktor merupakan salah satu faktor pembatas bagi peng-

operasian traktor-traktor pertanian. Apabila slip terlalu berlebihan maka gerak maju dari traktor menjadi sangat lambat karena gerakan berputar dari roda sangat sedikit yang dimanfaatkan untuk gerak maju. Tabel 4 dan Tabel 5 serta Gambar 9 memperlihatkan bahwa slip roda traktor tidak dipengaruhi oleh frekuensi lintasan traktor, karena dengan bertambahnya frekuensi lintasan traktor maka nilai slip tidak berbeda nyata, yaitu rata-rata sebesar 14.17 % (tipe I) dan 6.52 % (tipe II).

Dapat dikatakan bahwa slip roda traktor yang terjadi pada traktor tipe I lebih tinggi dibanding tipe II. Diameter roda traktor tipe I lebih kecil dibanding tipe II sehingga roda lebih mudah tergelincir yang menyebabkan slip rodanya lebih tinggi.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa besarnya slip roda traktor tipe I dipengaruhi oleh besarnya rasio u_v , yaitu sebesar 3.71 (R1) pada lintasan keempat dan kelima. Pada lintasan keempat sebenarnya kondisi tanah sudah lunak, yang ditandai dengan nilai indeks kelunakan tanah rata-rata sebesar 0.87, sehingga slip roda yang terjadi menjadi tinggi. Pada rasio u_v sebesar 3.71 (R1), yang merupakan rasio u_v paling rendah dalam percobaan ini, maka putaran pisau rotarinya adalah paling lambat. Sakai (1997) menyebutkan bahwa putaran pisau rotari memberikan gaya dorong terhadap traktor sehingga traktor bisa berjalan lebih mudah. Rasio u_v yang rendah akan menyebabkan rendahnya gaya dorong pisau rotari terhadap gerak maju traktor sehingga mengakibatkan slip roda traktornya tinggi.

E. Rasio u_v Optimum

Rasio u_v dikatakan optimum apabila hasil pembentukan lumpurnya adalah paling efektif dan efisien, yaitu apabila indeks pelumpuran dan indeks kelunakan tanahnya paling tinggi serta slip roda traktornya paling rendah (optimum).

Pada percobaan lapang I diperoleh rasio u_v optimum sebesar 5.56 (R3), sedang pada percobaan lapang II diperoleh rasio u_v optimum sebesar 5.10 (R5). Pada rasio u_v sebesar 5.56 (R3) maka slip roda traktor rata-rata optimum sebesar 13.66 %, indeks pelumpuran tanahnya tertinggi sebesar 0.72, dan sudah mencapai indeks kelunakan tanah yang optimum (cocok) untuk penanaman bibit padi sawah sebesar 0.92 pada lintasan kelima. Pada rasio u_v sebesar 5.10 (R5) maka slip roda traktor rata-rata adalah paling rendah (optimum) sebesar 4.88 % dan sudah mencapai indeks kelunakan tanah yang optimum (cocok) untuk penanaman bibit padi sawah sebesar 0.94 pada lintasan ketiga.

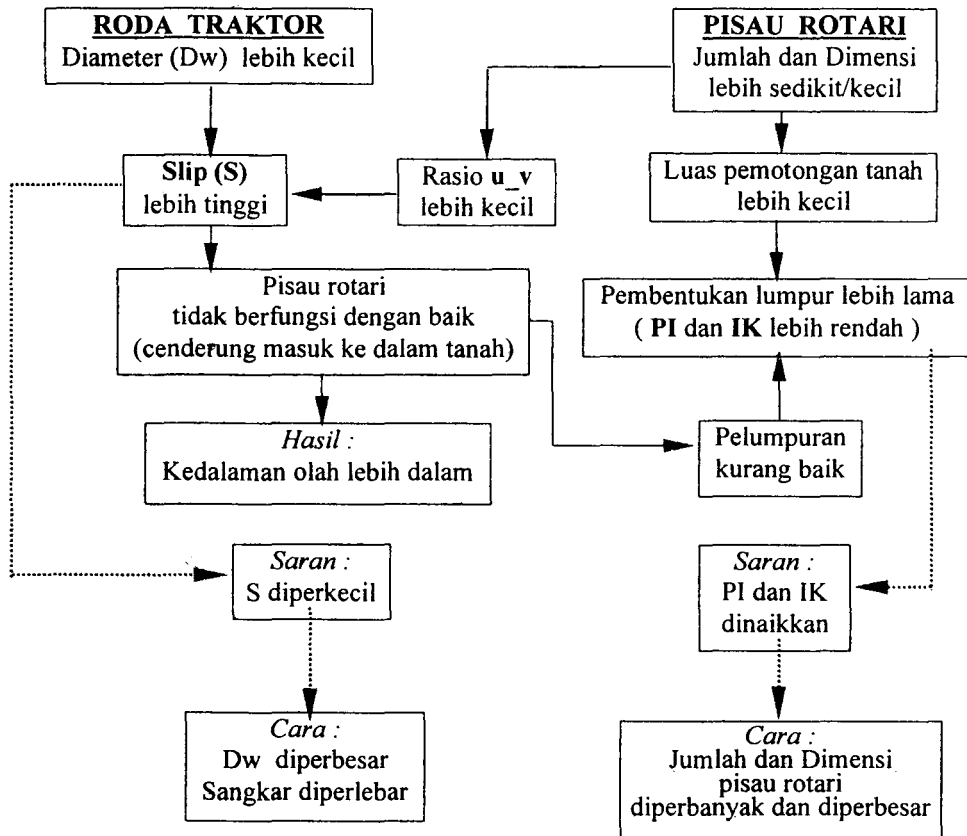
F. Keterkaitan Desain Traktor dan Rotari

Proses pembuatan lumpur untuk penanaman bibit padi sawah diantaranya ditentukan oleh kondisi tanah dan kondisi alat / mesin pertanian, dalam hal ini adalah desain traktor roda dua dan bajak rotari. Untuk mengetahui hubungan keterkaitan antara desain traktor dan rotari dengan pelumpuran tanah dan slip roda traktor maka dapat dilihat

kasus pada pengoperasian traktor dan rotari tipe I.

Traktor tipe I menggunakan roda sangkar berdiameter 0.475 m yang jauh lebih kecil dibanding diameter roda traktor tipe II (0.730 m). Diameter roda yang kecil tersebut menjadi salah satu penyebab slip rodanya tinggi karena mudah tergelincir. Slip roda traktor yang tinggi tersebut menyebabkan pisau rotari tidak berfungsi dengan baik, yakni cenderung masuk ke dalam tanah, sehingga kedalaman olahnya menjadi lebih dalam sebesar 10 – 14 cm, dibanding kedalaman olah tipe II sebesar 10 – 12 cm.

Pelumpuran tanah yang kurang baik akibat slip roda yang tinggi menyebabkan proses pembentukan lumpurnya lebih lama, yang ditandai dengan indeks pelumpuran dan indeks kelunakan tanah rata-rata yang lebih rendah dibanding tipe II. Pelumpuran tanah yang kurang baik tersebut juga disebabkan karena jumlah dan dimensi pisau rotari yang lebih sedikit dan lebih kecil, yang menyebabkan luas pemotongan tanahnya lebih kecil sehingga proses pembentukan lumpurnya menjadi lebih lama. Dimensi pisau rotari yang lebih kecil juga menyebabkan rasio u_v menjadi lebih kecil sehingga menyebabkan slip roda traktornya tinggi, yang ditandai dengan nilai slip roda traktor tertinggi sebesar 20.25 % pada rasio u_v terendah sebesar 3.71 (R1). Pada Gambar 10 dapat dilihat diagram hubungan keterkaitan desain traktor dan rotari tipe I dengan pelumpuran tanah dan slip roda traktor.



Gambar 10. Diagram Hubungan Keterkaitan Desain Traktor dan Rotari Tipe I dengan Pelumpuran Tanah dan Slip Roda Penggerak Traktor

KESIMPULAN

1. Pelumpuran tanah menggunakan traktor roda dua dan bajak rotari sangat dipengaruhi oleh frekuensi lintasan pelumpuran. Indeks pelumpuran tanah dan indeks kelunakan tanah meningkat dengan ditambahkan frekuensi lintasan pelumpuran dari lintasan kesatu hingga kelima, yaitu rata-rata 0.18 – 0.64 dan 0.68 – 0.89 untuk traktor dan rotari tipe I, dan 0.17 – 0.67 dan 0.75 – 0.88 untuk traktor dan rotari tipe II
2. Perlakuan perubahan rasio u_v tidak nampak pengaruhnya terhadap besarnya indeks pelumpuran dan indeks kelunakan tanah. Perubahan rasio u_v berpengaruh terhadap besarnya slip roda traktor tipe I, yaitu slip tertinggi pada rasio u_v terendah sebesar 3.71. Slip roda traktor tipe I rata-rata lebih tinggi dibanding tipe II, yaitu 12.05–16.77 %, dimana pada traktor tipe II hanya 4.88–9.13 %
3. Pelumpuran tanah yang paling efektif dan efisien menggunakan traktor dan rotari tipe I ditempuh

dalam 5 kali lintasan pelumpuran dengan rasio u_v optimum sebesar 5.56, sedangkan untuk tipe II ditempuh dalam 3 kali lintasan dengan rasio u_v optimum sebesar 5.10

4. Hasil pelumpuran tanah yang baik perlu didukung oleh desain roda traktor dan pisau rotari yang sesuai dengan kondisi lahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1992. *ISEKI Power Tiller Model KL 781*. Leaflet. Iseki, Tokyo, Japan
- Anonim. 1993. *Traktor Tangan Gunung Biru TGB 60*. Brosur. PT Adi Setia Utama Jaya, Surabaya
- Buckingham, F. 1984. *Fundamentals of Machine Operation: Tillage*. John Deere Service

- Publishing. Second Edition. Deere & Company, Moline, Illinois, USA
- Liljedahl, J.B., P.K. Turnquist, D.W. Smith, and M. Hoki. 1989. *Tractor and Their Power Units*. Fourth Edition. AVI Book, New York
- Sakai, Jun. 1997. *Agricultural Engineering Handbook*. Volume III : Agricultural Machinery. CIGR Manuscripts
- Sawamura, A., F. Miyazawa, N. Ikenaga, and T. Yoshida. 1986. *Simple Measure-ment Method of Soil Strength of Puddled Soil*. Agriculture and Horticulture, 61(9) : 89 – 90
- Sharma, D.N., M.L. Jaim, and S.C.L. Premi. 1991. *Field Performance Evaluation of Bullock-Drawn Puddler*. AMA, 22(1) : 29 – 33

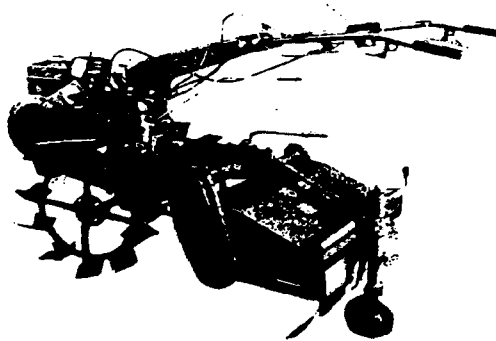
LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Rasio u_v Traktor dan Rotari Tipe I

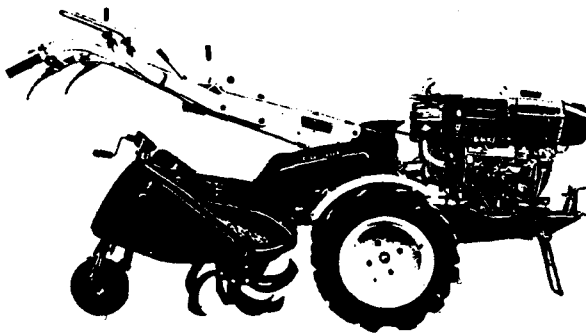
Tingkat kecepatan maju traktor	Tingkat kecepatan putar pisau rotari	Posisi gigi	Putaran puli engine (rpm)	Kecepatan maju traktor v (m/det)	Kecepatan linier pisau u (m/det)	Rasiou_v
Rendah	Rendah	1	1800	0.60	3.25	5.42
		2	1231	0.60	2.22	3.71
		3	693	0.60	1.25	2.08
	Tinggi	1	1800	0.60	4.88	8.13
		2	1231	0.60	3.34	5.56
		3	693	0.60	1.88	3.13
Tinggi	Rendah	1	960	0.60	3.25	5.42
		2	657	0.60	2.22	3.71
		3	369	0.60	1.25	2.08
	Tinggi	1	960	0.60	4.88	8.13
		2	657	0.60	3.34	5.56
		3	369	0.60	1.88	3.13

Tabel Lampiran 2. Rasio u_v Traktor dan Rotari Tipe II

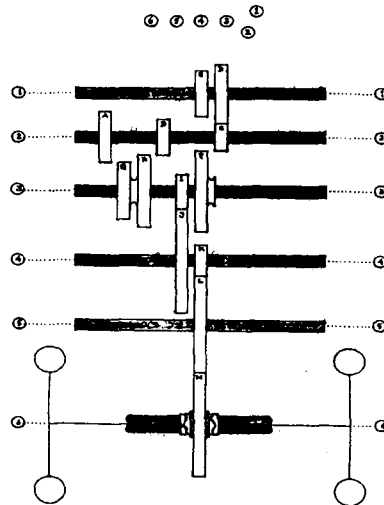
Tingkat kecepatan maju traktor	Tingkat kecepatan putar pisau rotari	Posisi gigi	Putaran puli engine (rpm)	Kecepatan maju traktor v (m/det)	Kecepatan linier pisau u (m/det)	Rasio u_v
Rendah	Rendah	1	3375	0.60	7.61	12.69
		2	2263	0.60	5.10	8.51
		3	1358	0.60	3.06	5.10
	Tinggi	1	3375	0.60	8.90	14.83
		2	2263	0.60	5.97	9.94
		3	1358	0.60	3.58	5.97
Tinggi	Rendah	1	772	0.60	0	0
		2	518	0.60	0	0
		3	311	0.60	0	0
	Tinggi	1	772	0.60	0	0
		2	518	0.60	0	0
		3	311	0.60	0	0



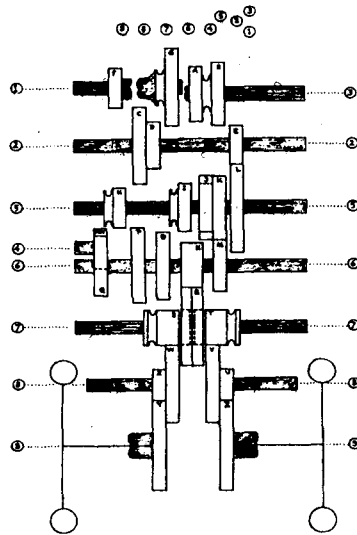
Gambar Lampiran 1. Traktor dan Rotari Tipe I (Anonim, 1993)



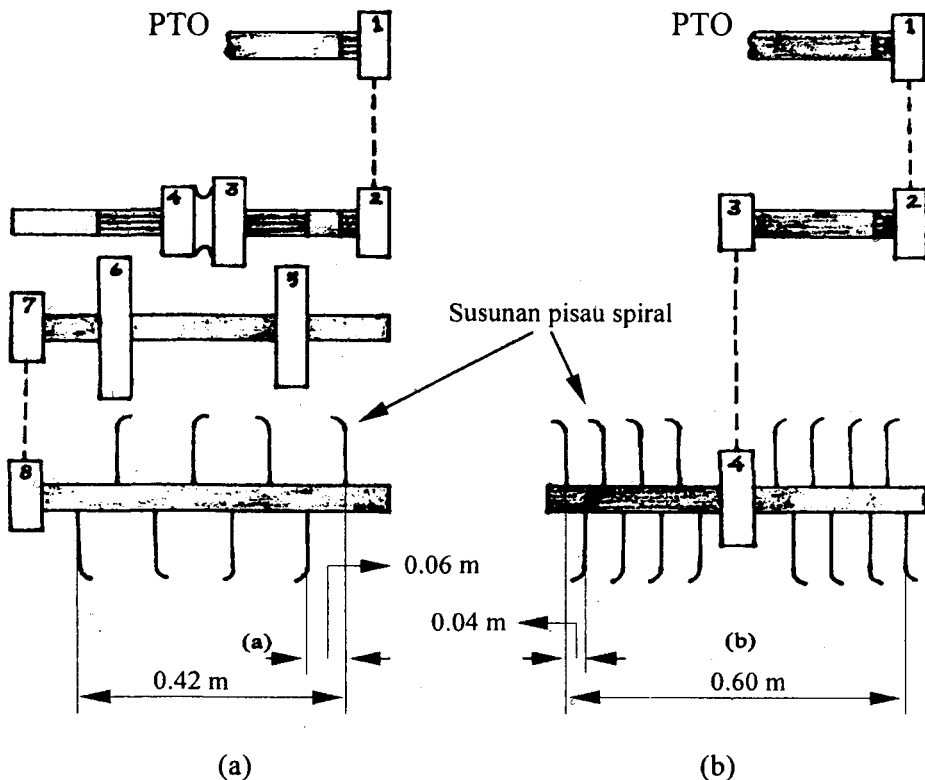
Gambar Lampiran 2. Traktor dan Rotari Tipe II (Anonim, 1992)



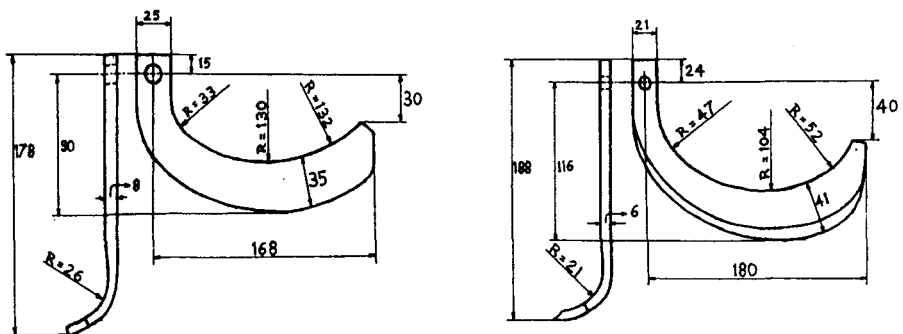
Gambar Lampiran 3. Susunan Gigi Transmisi Traktor Tipe I



Gambar Lampiran 4. Susunan Gigi Transmisi Traktor Tipe II



Gambar Lampiran 5. Susunan gigi transmisi bajak rotari tipe I (a) dan tipe II (b)



Satuan : mm

(a)

(b)

Gambar Lampiran 6. Bentuk dan ukuran pisau rotari tipe I (a) dan tipe II (b)